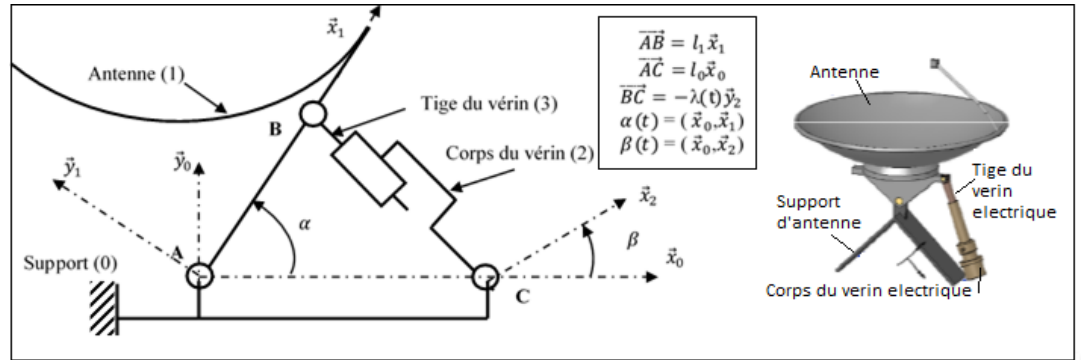


MSI - Série n° 1 - Paramétrage

Exercice 1 :

Le système d'orientation d'antenne ci-contre permet, grâce à une télécommande, de régler à distance l'orientation de sa parabole afin d'optimiser la réception des chaînes de télévision. Pour cela, le moteur du vérin électrique est alimenté, de façon à faire rentrer ou sortir la tige et obtenir ainsi la position de l'antenne désirée.



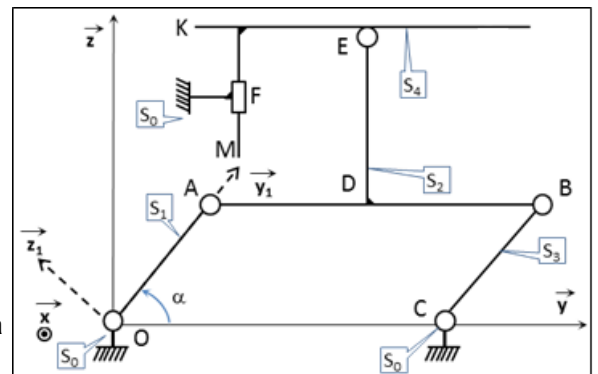
Le dispositif est représenté ci-dessus sous la forme d'un schéma cinématique $\alpha(t)$: paramètre de mouvement de l'antenne 1 par rapport au support 0.
 $\beta(t)$: paramètre de mouvement du corps 2 par rapport au support 0.
 $\lambda(t)$: paramètre de mouvement de la tige 3 par rapport au corps 2.

- 1) Donner le graphe de liaison du système ainsi que son type.
- 2) Donner le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie du système.
- 3) Déterminer, à l'aide d'une fermeture géométrique, la loi entrée-sortie du système d'orientation d'antenne $\alpha = f(\lambda)$.

Exercice 2

Le monte-charge illustré ci-dessous est composé d'un bâti S_0 , de deux tiges S_1 (OA) et S_3 (BC), d'un assemblage soudé S_2 (A, B, D, E) et d'un plateau monte-charge S_4 . La tige S_1 est en liaison pivot d'axe (O, \vec{x}) par rapport à S_0 et est en liaison pivot d'axe (A, \vec{x}) par rapport à S_2 . La tige S_3 est en liaison pivot d'axe (C, \vec{x}) par rapport à S_0 et est en liaison pivot d'axe (B, \vec{x}) par rapport à S_2 . Par ailleurs, S_4 est en liaison glissière d'axe \vec{z} par rapport au bâti S_0 en F et en G et en liaison ponctuelle de normale (E, \vec{z}) par rapport à S_2 en E. La rotation (α) de S_1 par rapport au bâti entraîne la montée (h) du plateau monte-charge S_4 .

- $R_0(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est lié à S_0 ; $R_1(O, \vec{x}, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est lié à S_1
- $R_2(A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est lié à S_2 ; $R_3(C, \vec{x}, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est lié à S_3
- $R_4(K, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est lié à S_4
- $\alpha = (\vec{y}, \vec{y}_1)$; $\vec{OA} = \vec{CB} = l_1 \vec{y}_1$; $\vec{AD} = \vec{DB} = \frac{1}{2} l_2 \vec{y}$
- $\vec{DE} = k \vec{z}$; $\vec{OE} = m(t) \vec{y} + h(t) \vec{z}$

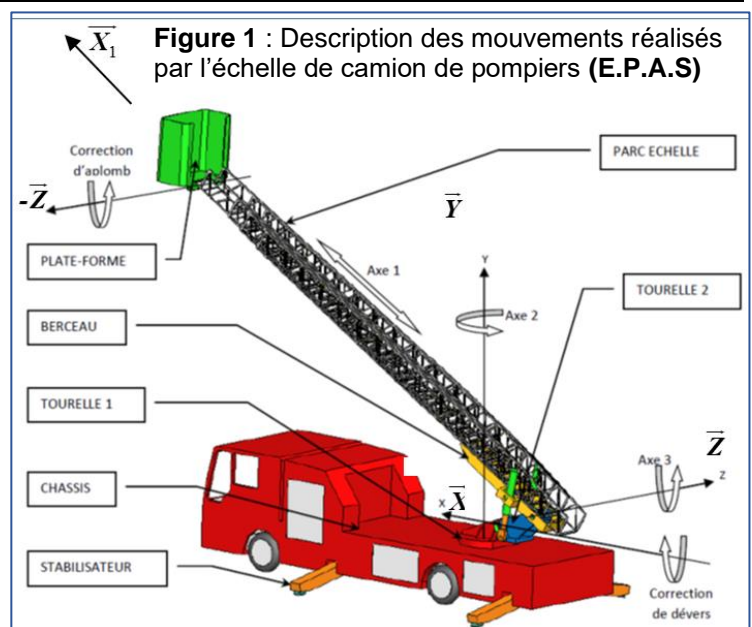


- 1- Représenter le graphe de liaison du système et donner son type
- 2- Donner la loi d'entrée sortie du système en utilisant la méthode de la fermeture géométrique

PROBLÈME 1

L'échelle de camion de pompiers (**E.P.A.S**) est une **E**chelle **P**ivotante **A**utomatique à commande **S**équentielle. Ce système est monté sur le châssis d'un camion de pompiers et permet de déplacer une plateforme pouvant recevoir deux personnes et un brancard le plus rapidement possible et en toute sécurité (voir figure 1). Le déplacement de la plateforme est réalisé suivant trois axes. L'**E.P.A.S** peut effectuer les trois mouvements suivants (voir figure 1):

- o Le déploiement du parc échelle suivant l'axe (axe 1) : Chaque plan de l'échelle peut se translater par rapport aux autres ; seul le quatrième plan d'échelle est solidaire du berceau.
- o Le pivotement autour de l'axe (axe 2) : La tourelle 1 peut pivoter par rapport au châssis autour d'un axe vertical.
- o La rotation autour de l'axe (axe 3) : Le berceau peut tourner par rapport à la tourelle 2 autour d'un axe horizontal.



Pour garantir la sécurité, le système (**E.P.A.S**) maintient toujours la plate-forme en position horizontale en effectuant les deux mouvements de correction suivants :

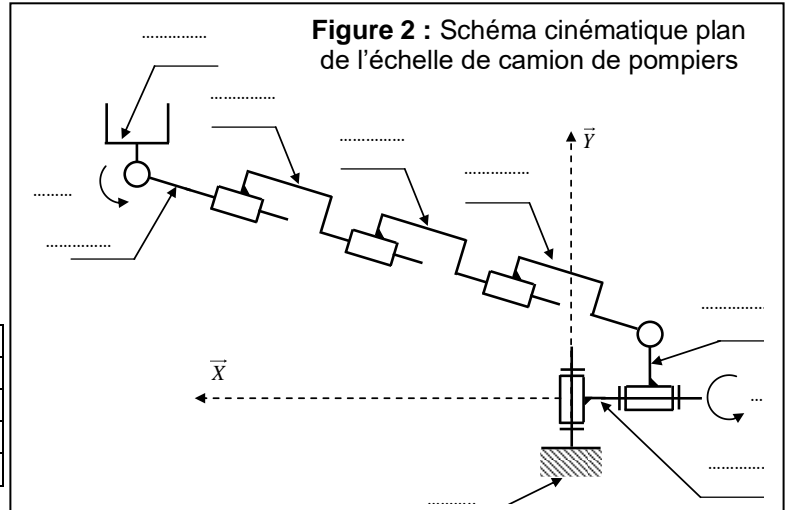
- La correction d'**aplomb** oriente la plate-forme autour d'un axe horizontal parallèle à l'axe \vec{z} .
- La correction de **devers** oriente l'ensemble parc échelle et plate-forme autour de l'axe \vec{x} : la tourelle 2 s'oriente par rapport à la tourelle 1 suivant l'axe \vec{x} .
-

A- Etude cinématique l' E.P.A.S:

On donne dans la figure 2, le schéma cinématique plan (incomplet) de l'échelle de camion de pompiers :

- 1/ Compléter ce schéma cinématique, en reportant sur les flèches uniquement les lettres des propositions du tableau suivant :
- 2/ Représenter le graphe de liaison du système et donner son type

A	Plate-forme	F	Tourelle n°1
B	Plan n°1 de l'échelle	G	Tourelle n°2
C	Plan n°2 de l'échelle	H	Châssis
D	Plan n°3 de l'échelle	I	Correction d'aplomb
E	Plan n°4 de l'échelle	J	Correction de devers



B- Etude cinématique du système de mise au sol des stabilisateurs de l'E.P.A.S :

Afin de satisfaire la fonction de service suivante « Assurer la sécurité de l'utilisateur », on propose la solution technologique représentée par le schéma cinématique suivant (figure 3).

Ce schéma cinématique représente le système de mise au sol des quatre stabilisateurs qui permettent d'éviter le basculement latéral et de stopper tous mouvements par rapport au sol du camion. Un vérin impose le mouvement du système.

Le vérin est modélisé par le corps S_1 et la tige S_2 respectivement en liaison pivot d'axe (A, \vec{X}_p) avec le châssis du camion S_0 (considéré comme fixe par rapport au sol S), et (B, \vec{X}_p) avec le support S_3 .

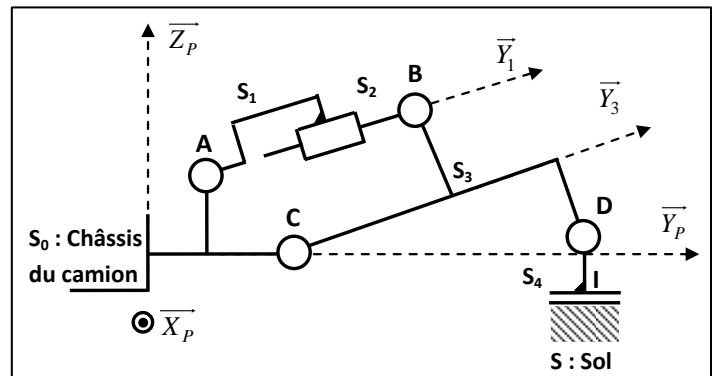


Figure 3 : Schéma cinématique plan du système de mise au sol des quatre stabilisateurs

Ce dernier est en liaison pivot d'axe (C, \vec{X}_p) avec le Châssis du camion S_0 . Le pied S_4 est en liaison plan sur plan avec le sol S. On donne :

$$\vec{AB} = \lambda(t) \vec{Y}_1 ; \vec{AC} = a \vec{Y}_p - b \vec{Z}_p ; \vec{CB} = c \vec{Y}_3 + d \vec{Z}_3 ; \vec{CD} = e \vec{Y}_3 - f \vec{Z}_3 ; \theta_1 = (\vec{Y}_p, \vec{Y}_1) ; \theta_3 = (\vec{Y}_p, \vec{Y}_3)$$

- 1/ Représenter le graphe de liaison du système en position basse (S_4 est en liaison plan sur plan avec le sol S) et donner son type.
- 2/ Ecrire la fermeture géométrique du cycle CABCD sous forme vectorielle en fonction de : a, b, c, d et $\lambda(t)$
- 3/ Projeter l'expression obtenue à la question 2 sur la base (\vec{Y}_p, \vec{Z}_p) , en déduire une expression de la loi "entrée-sortie"

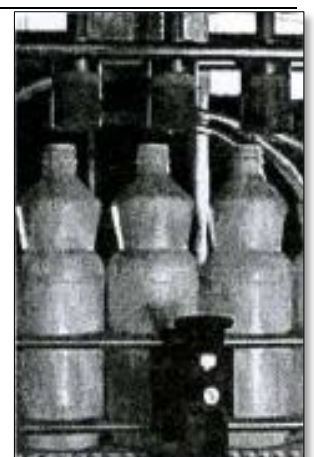
PROBLÈME 2

Les récipients (flacons, boîtes, bouteilles, etc..) sont fréquemment utilisés dans le conditionnement de différents types de produits alimentaire, médicales, chimiques, etc

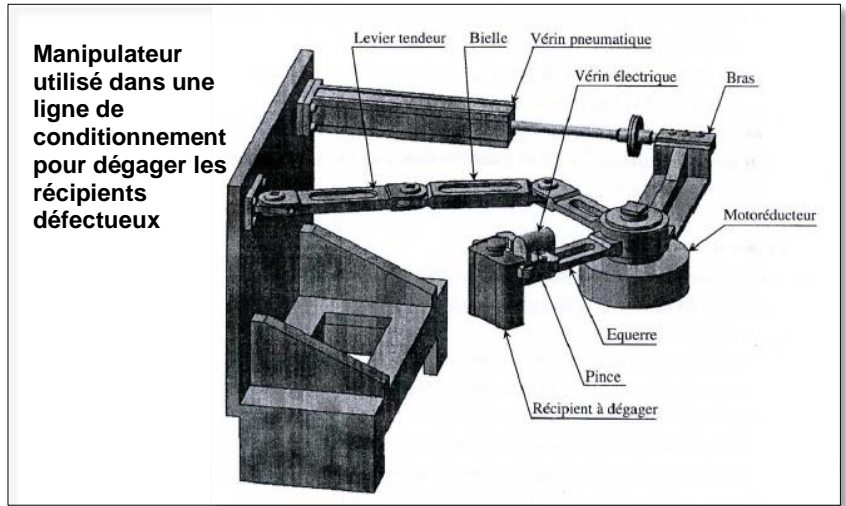
Les exigences de sécurité et de protection imposées à certains secteurs ont conduit à l'intégration des unités de contrôle de conformité et particulièrement d'étanchéité dans les lignes de conditionnement. La technique la plus utilisée dans ce type de contrôle est la mesure par la variation de pression et qui consiste à mettre le récipient à tester sous pression et à vérifier ensuite l'existence ou non d'une chute de pression.

Dans cette chaîne de production automatisée, un manipulateur a été implanté afin de saisir et dégager les récipients défectueux de la ligne de conditionnement. Ce manipulateur est composé principalement :

- D'une pince de préhension qui, actionnée par un vérin électrique, permet de saisir le récipient
- D'une équerre porte-pince de préhension qui, actionnée en rotation par un motoréducteur électrique, permet d'orienter la pince ;
- D'un bras qui, actionné par un vérin pneumatique linéaire, permet de positionner la pince ;



- D'un mécanisme de stabilisation, composé d'un levier tendeur et d'une bielle, qui constitue un dispositif amortisseur permettant d'atténuer les à-coups de fin de courses.
- D'une pince de préhension qui, actionnée par un vérin électrique, permet de saisir le récipient
- D'une équerre porte-pince de préhension qui, actionnée en rotation par un motoréducteur électrique, permet d'orienter la pince ;
- D'un bras qui, actionné par un vérin pneumatique linéaire, permet de positionner la pince ;



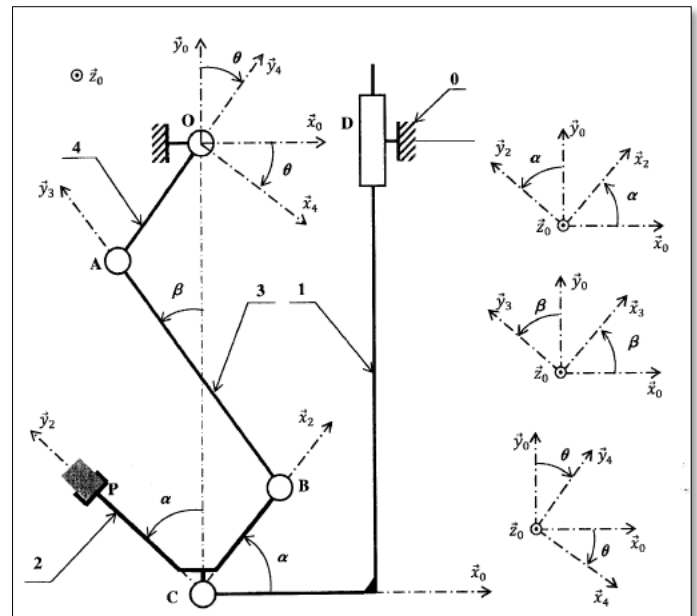
- D'un mécanisme de stabilisation, composé d'un levier tendeur et d'une bielle, qui constitue un dispositif amortisseur permettant d'atténuer les à-coups de fin de courses.

La figure ci-dessous représente le schéma cinématique minimal du manipulateur. Il est composé essentiellement des éléments suivants :

- Un bâti (0) auquel est attaché le repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$;
- Un bras coulissant (1), en liaison glissière d'axe (D, \vec{y}_0) avec le bâti (0), auquel est attaché le repère $R_1(C, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ tel que $\vec{OC} = -\lambda \vec{y}_0$;
- Une équerre (2), en liaison pivot d'axe (C, \vec{z}_0) avec le bras coulissant (1), à laquelle est attaché repère $R_2(C, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$ tel que $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$;
- Une bielle (3), en liaison pivot d'axe (B, \vec{z}_0) avec l'équerre (2), à laquelle est attaché le repère $R_3(B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$ tel que $\beta = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$;
- Un levier tendeur (4), en liaison pivot d'axe (A, \vec{z}_0) avec la bielle (3) d'une part et en liaison pivot d'axe (O, \vec{z}_0) avec le bâti (0) d'autre part, auquel est attaché le repère $R_4(O, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_0)$ tel que $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_4) = (\vec{y}_0, \vec{y}_4)$.

Données et hypothèses :

- ✓ Vecteurs position : $\vec{OC} = -\lambda \vec{y}_0$; $\vec{CB} = l_2 \vec{x}_2$; $\vec{CP} = l_2 \vec{y}_2$; $\vec{BA} = l_3 \vec{y}_3$; $\vec{OA} = -l_4 \vec{y}_4$ et $\vec{OD} = a \vec{x}_0$;
- ✓ Paramètres utilisés : l_2, l_3, l_4 et a sont des constantes positives ; α, β, θ et λ sont des paramètres variables en fonction du temps.
- ✓ Tous les repères sont orthonormés directs et on désigne par B_i la base associée au repère R_i .
- ✓ Le bras coulissant (1) est entraîné en translation sous l'action d'un vérin pneumatique linéaire
- ✓ L'angle de sortie α permet le positionnement de l'équerre (2).



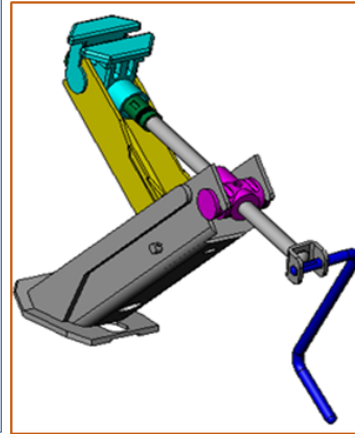
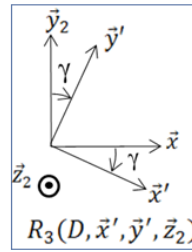
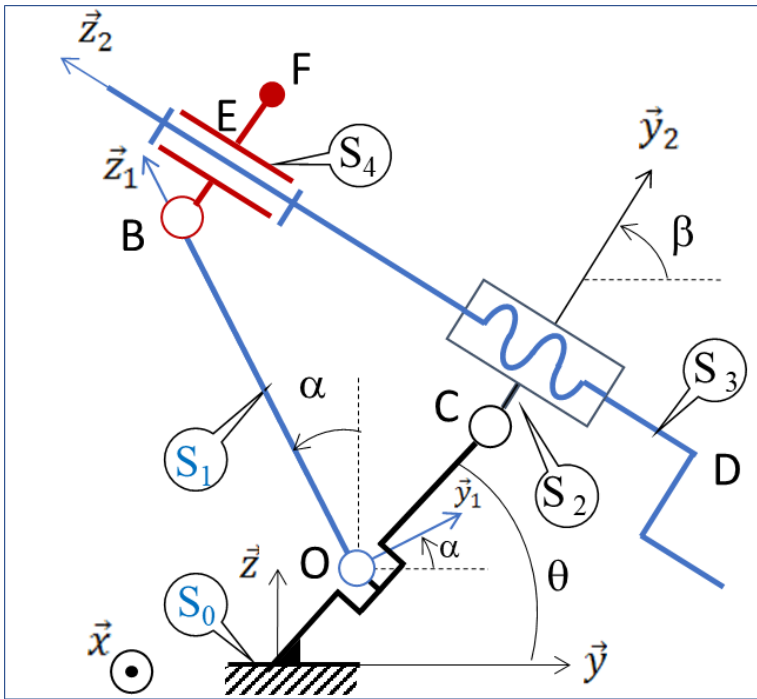
- 1/ Représenter le graphe des liaisons et indiquer le type de chaîne.
- 2/ Ecrire la relation traduisant la fermeture géométrique.
- 3/ Ecrire les équations scalaires qui en découlent.
- 4/ Quelle est la valeur maximale de λ ?

PROBLÈME 3

L'étude cinématique porte sur un modèle de cric mécanique destiné à lever des voitures pour un éventuel remplacement de roue. Le modèle étudié est illustré à la figure ci-dessous.

On définit les référentiels suivants: $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$; $R_1(O, \vec{x}, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$; $R_2(C, \vec{x}, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$; $R_3(D, \vec{x}', \vec{y}', \vec{z}_2)$ et $R_4(E, \vec{x}, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ respectivement liés au solides S_0, S_1, S_2, S_3 et S_4 .

Le bras S_1 est en liaison pivot d'axe (O, \vec{x}) par rapport au corps S_0 et en liaison pivot d'axe (B, \vec{x}) par rapport à la prise S_4 . Cette dernière est en liaison pivot d'axe (E, \vec{z}_2) par rapport à la manivelle S_3 qui est à son tour en liaison hélicoïdale d'axe (D, \vec{z}_2) par rapport à l'écrou S_2 . Ce dernier est en liaison pivot d'axe (C, \vec{x}) par rapport au corps S_0



On définit également:

$$\overline{OB} = b \overline{z_1} ; \overline{BE} = c \overline{y_2} ; \overline{DE} = d \overline{z_2} ; \overline{CE} = c \overline{y_2} + l(t) \overline{z_2} ; \overline{OF} = f(t) \overline{y} + h(t) \overline{z} ; \overline{EF} = e \overline{y_2}$$

$$OC = a ; \alpha = (\overline{y}, \overline{y_1}) ; \beta = (\overline{y}, \overline{y_2}) ; \gamma = (\overline{y_2}, \overline{y'}) ; \theta = (\overline{y}, \overline{OC})$$

a, b, c, d, e et θ étant des constantes : $a = 0.1m, b = 0.4m, c = 0.05m, d = 0.36m, e = 0.05m, \text{ et } \theta = 45^\circ$

En faisant tourner la manivelle d'un angle γ , le cric étudié permet d'obtenir la hauteur de levage de la prise h . L'objectif est d'avoir une hauteur de levage d'au moins 25 cm

1- Remplir le tableau suivant en inscrivant le nombre de degrés de liberté entre chaque deux solides en liaison [mettre le symbole (-) pour les solides qui ne sont pas en liaison]

2- Donner le graphe de liaison du système ainsi que son type

	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
S ₀					
S ₁					
S ₂					
S ₃					
S ₄					

Type :

3- Remplir le tableau suivant en cochant une seule case par colonne :

	a	b	c	l	h	α	β	γ	θ
Paramètre d'entrée									
Paramètre de sortie									
Paramètre interne (ni d'entrée ni de de sortie)									
N'est pas un paramètre									

4- Donner la relation vectorielle de la fermeture géométrique de la chaîne

5- En déduire, par projection sur $(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})$, deux équations scalaires.

6- En déduire, une expression de β (par sa tangente) en fonction de α et des différentes constantes.

7- Exprimer, dans la base $(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})$, le vecteur \overline{OF} en fonction de α, β, c, e et b

8- En déduire, une expression de la hauteur h

9- un angle $\alpha = 30^\circ$ est il suffisant pour atteindre l'objectif visé.